

台灣都會區心血管及呼吸道疾病死亡率與氣象因子之相關分析

台灣大學環境衛生研究所 王玉純、大氣科學系 柳中明
中國醫藥大學環境醫學所 宋鴻樟、中興大學資訊科學所 吳俊霖
清華大學生醫工程與環境科學系 莊淳宇、章珍珍

摘要

極端氣象對疾病之衝擊日漸受到重視，並因地區特性或環境不同而有不同程度的影響。本研究分析台灣三大都會區--台北縣市、高雄縣市及台中縣市--心血管與呼吸道疾病死因與氣象因子之相關性。

根據國際疾病碼第 8 和第 9 版擷取 1980-2003 年衛生署提供之缺血性心臟病 (410-414)，腦血管疾病 (430-438)，高血壓 (401-405)，以及呼吸道疾病-肺炎及流行性感 冒 (480-487)、慢性肺部疾病 (490-496) 之死亡資料。心血管疾病年齡分層為 40-64, 65-74, 75-84 及 85 歲以上；而呼吸道疾病分層為 0-14, 15-39, 40-64 及 65 歲以上，並校正對應參數之逐年年中人口數以計算死亡率。根據氣象資料之逐日平均溫度、最高溫度、最低溫度、日溫差、平均氣壓、相對濕度及風速，計算上述參數之月/週百分位 <5%, 5-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75%, 75-90%, 90-95% 和 >95% 測值。最終以波以松複迴歸 (Poisson Regression with Generalized Linear Model) 分析年齡別、性別、地區別及疾病別死亡人數與上述不同程度氣象因子之相關性。

每月死亡人數與氣象迴歸分析結果顯示，死亡相對危險性 (relative risk, RR) 除 0-14 歲的呼吸道疾病死亡外，均隨著年齡而升高，並呈現高雄高於台中再高於台北。性別上，除了高血壓疾病死因無明顯差異外，其他四項疾病死因均為男性高於女性。在氣象因子對心血管疾病死因部分，月均溫及風速對死亡

率上呈現 U-shape；平均大氣壓愈高則相對危險就愈高；相對濕度對死亡率趨勢相似於大氣壓力，但僅於高血壓及腦血管疾病較為明顯，均是濕度愈高相對危險就愈高；溫差愈大對高血壓死亡率相對危險愈高，溫差大於 9.46°C (>95%) 時 RR 為 2.7，但在缺血性心臟病上無顯著趨勢。在呼吸道死因相關性部分，肺炎及流行性感 冒死亡率和平均大氣壓力、相對濕度、風速及日溫差相關明顯，變異愈大，相對危險就愈高。慢性肺部疾病上則僅和平均相對濕度及日溫差顯著相關。整體來看，宿主本身特性 (年齡、性別、地區) 仍為主要危險因子，而心血管疾病死因與氣象因子間較具顯著相關性。

一、前言

平均氣溫改變對健康之影響目前研究成果眾多，目前指出多數研究發現年齡 (>60 歲) 為影響氣候對健康作用之重要因子，有關氣溫改變 1 的心血管及呼吸道死亡的危險變化，各地的影響值不一致，但趨勢一致，在最適溫之內，氣溫增加疾病死亡危險降低；在最適溫之上，氣溫增加死亡危險增加。但近年來，研究人員開始重視的是無法預期的極端氣候變化及其對健康上的影響。美國統計 1945-1989 年間，145 次的自然災害中，每年約造成 323 人死亡。間接的健康危害上，則以熱浪及寒害對心血管及呼吸道疾病的影響最受關注。美國 CDC 評估當地每年有 240 名個案死於熱相關因子，其中，在著名的 1995 年

芝加哥熱浪中，相關死亡人數較他年同期增加了 85%，就醫率增加了 11%，該時期因熱導致的死亡個案至少 700 名左右。另外在美國多數「區域氣候對健康衝擊」的研究中發現，地域性因子為影響氣候對健康衝擊的主要因素，居住者對氣候的適應力不同亦會影響不同氣候型態對健康之影響。基於以上原因，台灣地處亞熱帶，氣候溫暖潮濕，在人口老年化及氣溫上升的趨勢下，極端氣候（熱浪、寒害）對國人健康之衝擊，實應審慎評估。

本研究即分析 1980-2003 年台灣三大都會區（台北地區、台中地區、高雄地區）於不同氣象條件下心血管及呼吸道疾病死亡之相對危險性 (Relative risk, RR)。

二、材料與方法

研究材料

1. 氣象監測站資料：1980-2003 年台灣地區之氣象監測資料，資料類型包含溫度、氣壓、濕度、風速、降雨、日照率/日照時數等。
2. 衛生署 1980-2003 年死亡登記資料
3. 行政院主計處：1980-2003 年台閩地區人口統計年刊，資料包括台灣各縣市人口之性別、年齡。

研究方法

1. 1980-2003 年衛生署死亡登記檔：

- a. 依據國際基本死因分類第 8、9 版 (ICD Code) 擷取心血管疾病 (包括缺血性心臟病 ICD9 410-414、腦血管疾病 ICD9 430-438 及高血壓疾病 ICD9 401-405)；呼吸道疾病以 ICD9 480-487、慢性呼吸道疾病 (氣喘、支氣管炎、慢性肺部阻塞) ICD9 490-496，以及性別、出生日

期、死亡日期等欄位資料。

- b. 分析變項包括：地區(台北縣市、台中縣市、高雄縣市)、心血管疾病年齡(40-64, 65-74, 75-84, 85 歲以上)、呼吸道疾病年齡(0-14, 15-39, 40-64, 65 歲以上)、性別(男/女)等。

2. 1980-2003 年氣象資料：

- a. 計算三大都會區氣溫、氣壓、相對濕度、風速、降雨及日照等之月次或週次百分位測值 (<5%, 5-10%, 10-25%, 25-50%, 50-75%, 75-90%, 90-95%, >95%) 以觀察近幾年研究地區氣象之潛在變化，並應用與疾病死亡率做進一步相關性分析。

3. 1980-2003 年各地區年齡層人口數：

整理歷年來研究地區男女別、年齡別之人口數，作為迴歸分析之人年。

4. 氣象因子對死亡率及就醫率之影響：

- a. 以波以松複迴歸 (Poisson Regression with Generalized Linear Model) 分析不同百分位之氣象因子對各地區、各年齡層及不同性別之疾病死亡之影響，並分析疾病最適氣象條件。
- b. 氣象因子月平均與每月死亡人數相關分析：以 a. 方法，分析每月不同百分位氣象因子測值與當月各地區疾病死亡人數之相關，並計算相對危險 (Relative risk)，繪製趨勢圖，觀察不同疾病之最適氣象條件。
- c. 氣象因子週平均與各地區每週死亡人數相關分析：方法同上，唯氣象因子測值平均及死亡人數改為地區別週次資料。此外，為分析極端氣象條件之影響，週次別氣象因子之百分位準則乃採用每日氣象測值之百分位，也就是說，

當該週氣象平均被歸類 95%以上測值時，即整個星期的平均測值是在每日測值的 95 百分位以上 (標準更嚴苛)。

- d. 延遲效應：根據文獻，熱浪影響多數為 0-7 天，寒流則可延遲至 21 天。本研究以週次別分析結果，分析氣象因子週次之延遲效應。
- e. 模式診斷主要依據 Deviance/D.F 以及 Log likelihood (Goodness of fit)。
- f. 模式假定 Y 為研究期間 (每月/週) 之死亡人數， $X_1 \dots X_p$ 為研究期間死亡之預測參數 (人口學因子、氣象因子、時間參數)， $\beta_1 \dots \beta_p$ 為預測參數之迴歸係數，預期得到下列模式：

$$\text{Log}(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p$$

三、結果與討論

(一) 台灣都會區每月心血管死亡人數與氣象因子相關分析

迴歸分析結果顯示，即便在控制年齡、性別、地區及月份之後 (表)，多數的氣象因子仍與疾病死亡具有相關，尤其是在極端氣象值上 (圖一)。缺血性心臟病死亡人數與每月最低溫度相關性最強，但僅與月均溫、大氣壓力、相對濕度及風速之極端值有關。而腦血管疾病與溫度、風速、相對濕度、大氣壓力等均呈現相關；相較之下，高血壓跟腦血管相似，但與大氣壓力無關。

與國外多數結果一致，月均溫對不同疾病死亡率上仍呈現 U-shape。台灣地區，最適溫度為 17.0-19.8°C (10-25%)，在 $\leq 16.1^\circ\text{C}$ (<5%) 及 $\geq 29.3^\circ\text{C}$ (>95%) 的 RR 分為別 1.05-1.4 及 1.4-2.5。平均大氣壓則以 997.3-1005.0 pa(5-25%) 最為舒適，隨著大氣壓力愈高相對危險就愈高，相較之下，1019.8 pa (>95%) 之 RR 為 1.15-1.27; 相對濕度對死亡率趨勢相似

於大氣壓力，但僅於高血壓及腦血管疾病較為明顯，均是濕度愈高相對危險就愈高，相對濕度大於 82.9% (>95%) 時 RR=1.7-2.1。風速上也是呈現 U-shape，在小於 1.27m/sec (<5%) 時 RR=1.2-1.3，在大於 3.46 m/sec (>95%) 時 RR=1.5-1.8。在平均日溫差上，溫差愈大對高血壓死亡率相對危險愈高，溫差大於 9.46°C (>95%) 時 RR 為 2.7，但在缺血性心臟病上無顯著趨勢。整體來看，此三類疾病別死因與氣象因子間具顯著相關性，其中，對氣溫、相對濕度及風速上，敏感度高低分別為高血壓、腦血管疾病、缺血性心臟病；在大氣壓力，則為缺血性心臟病、高血壓、腦血管疾病。

(二) 台灣都會區每月呼吸道死亡人數與氣象因子相關分析

迴歸分析結果顯示，在控制年齡、性別、地區、月份及當月/週肺炎及流感死亡率之後 (表)，僅部分的氣象因子仍與疾病死亡具有相關，結果如圖一。

肺炎及流行性感冒死亡率和平均大氣壓力、相對濕度、風速及日溫差相關明顯，變異愈大，相對危險就愈高。在大氣壓力大於 1019.8 pa (>95%) 時，RR 為 1.69; 相對濕度大於 82.9% (>95%) 時，RR=1.33; 風速之趨勢較不明顯，平均 RR 介於 1.12-1.22; 在平均日溫差上，大於 9.46 (>95%) 時，RR 則為 1.70。慢性肺部疾病上則僅和平均相對濕度及日溫差顯著相關，相對濕度在大於 82.9% (>95%) 時 RR 增加到 1.46，平均日溫差大於 9.46 (>95%) 時 RR 為 1.26。此外，分析流感死亡率與慢性肺部疾病死亡率之相關，發現有一明顯趨勢，相對危險隨當月/週死亡率上升而上升 (表)，RR 介於 1.20-1.72。整體來看，此二類呼吸道疾病別死因與氣象因子間部分相關，其中，肺炎及流感對於氣象因子的敏感度大於慢性肺部疾病。

(三) 各地區心血管疾病別每週死亡人數與氣象因子相關分析

控制月份後，台北地區心血管疾病別死亡人數與大氣壓力、平均溫、最高溫、最低溫、風速仍具有統計相關性存在（圖二），腦血管及高血壓疾病亦與相對濕度、日溫差有關。而在台中地區，相對濕度、最低溫以及日溫差與三種疾病別死因均具相關，腦血管疾病亦與大氣壓力及平均溫度相關。高雄地區，死亡情形則與平均溫度、最低溫、日溫差及風速相關較一致。可發現各地區疾病別死亡人數相關之氣象因子略有不同，但整體來看，除了平均溫度對高雄地區影響趨勢較不同外，對台北及台中地區仍舊呈現 U-shape；最高溫在低百分位上仍屬較危險的氣象狀態，唯台中地區在最高溫度高百分位之氣象條件下，仍具顯著危險性。對台北、台中地區而言，均是相對濕度愈高，3種疾病死亡之相對危險性愈高，但對高雄地區僅有腦血管疾病與其具相關，此外，亦可發現日溫差在低百分比的狀況下，對疾病發生相對危險性均相當高。至於影響時間部分，氣象因子狀態對各地區死亡人數之相關性可延遲 1-4 週。

(四) 各地區呼吸道疾病別每週死亡人數與氣象因子相關分析

控制月份之後，台北、高雄地區呼吸道死亡人數與該地區大氣壓力、平均溫度有關，在高雄地區亦與相對濕度及風速有關；相較之下，在台中地區僅與日溫差具相關性（圖二）。台中地區，慢性肺部疾病死亡與最低溫度、相對濕度相關，高雄地區相關之氣象因子則為風速。至於影響時間部分，氣象因子狀態對各地區呼吸道死亡人數之相關性可延遲 2-4 週，並且發現當週肺炎及流感死亡率對當週的慢性肺部疾病死亡影響最大。

進一步將心血管疾病與呼吸道死亡率研

究結果做一比較，可發現氣象因子對呼吸道死亡之相關性遠不如對心血管疾病死亡之相關性。可能的解釋如下：外在環境影響呼吸道疾病死亡成因相當複雜，目前仍有許多相關研究正在進行，除了本研究探討之氣象因子之外，室內外空氣污染物之影響、職業上有害空氣污染物暴露、生物性氣膠暴露（過敏原、細菌及病毒感染），亦或是個人吸菸行為，均被認為是顯著的危險因子。另一方面，目前發現物理性環境改變，會導致人體血壓、促進血管收縮、增加血液黏滯度及血漿膽固醇濃度等變化，因此，較易導致心血管壓力^{8,9}。

誌謝

本研究乃環保署/國科會空污防制科研合作計畫 NSC 94 - EPA - Z - 039 - 001 支持，並感謝中央氣象局提供長期氣候資料。

參考文獻

- Martens WJ. Climate change, thermal stress and mortality changes. *Soc Sci Med* 1998;**46**(3):331-44.
- Gilckmen T, Golding D, Silverman E. Acts of God and Acts of Man. Washington, DC, 1992.
- From the Centers for Disease Control and Prevention. Heat-related mortality--Chicago, July 1995. *JAMA* 1995;**274**(8):602.
- Semenza JC, McCullough JE, Flanders WD, McGeehin MA, Lumpkin JR. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 1999;**16**(4):269-77.
- Semenza JC, Rubin CH, Falter KH, et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med*

1996;**335**(2):84-90. cardiovascular deaths in 12 US cities. *Env Health Persp* 2002;**110**(9):859-863.

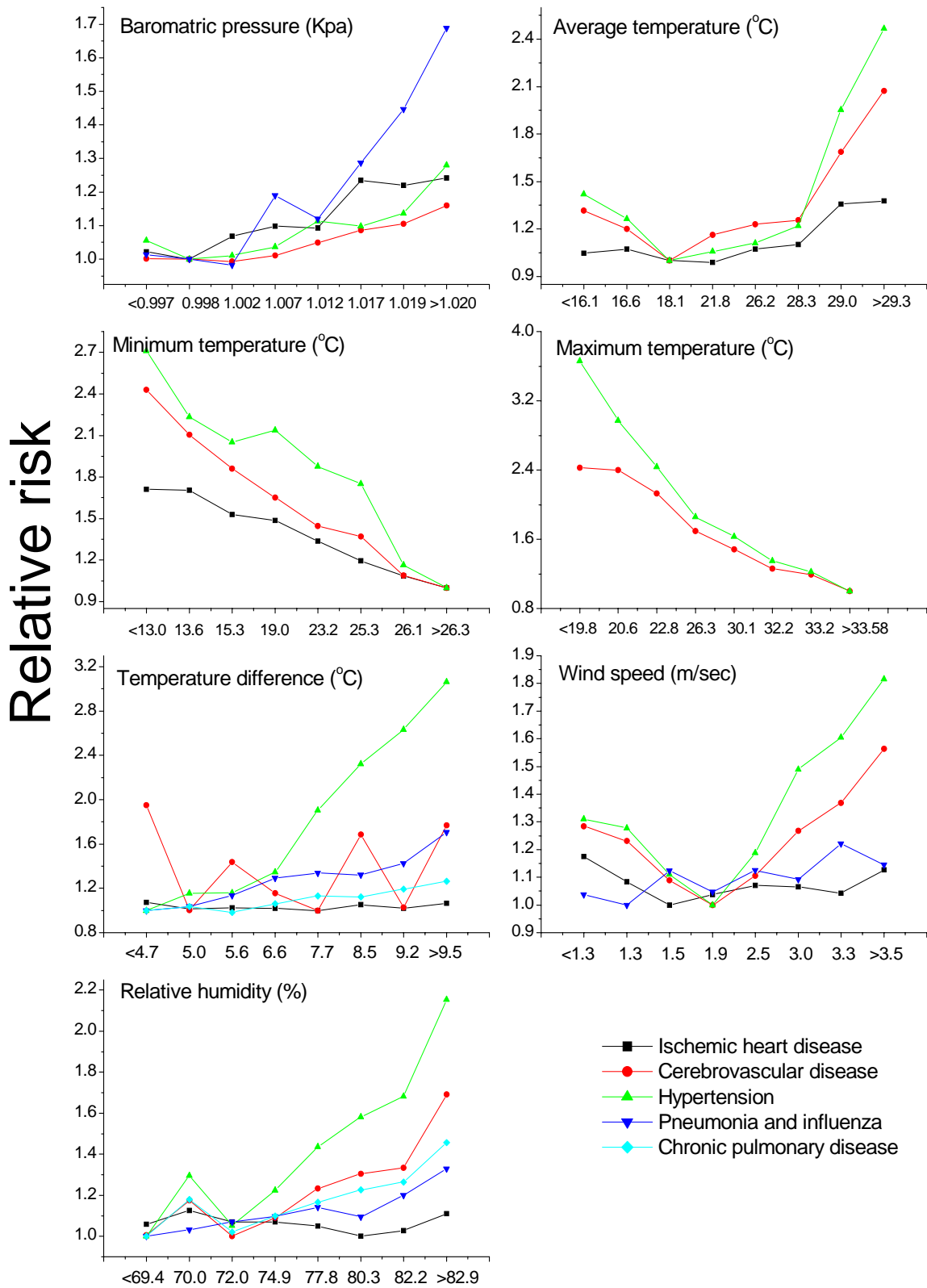
Ebi KL, Exuzides KA, Lau E, Kelsh M, Barnston A. Weather changes associated with hospitalizations for cardiovascular diseases and stroke in California, 1983-1998. *Int J Biometeorol* 2004;**49**(1):48-58. Alberdi JC, Diaz J, Montero JC, Miron I. Daily mortality in Madrid community 1986-1992: relationship with meteorological variables. *Eur J Epidemiol* 1998;**14**(6):571-8.

Braga ALF, Zanobetti A, Schwartz J. The effect of weather on respiratory and Keatinge WR, Donaldson GC. Cardiovascular mortality in winter. *Arctic Med Res* 1995;**54 Suppl 2**:16-8.

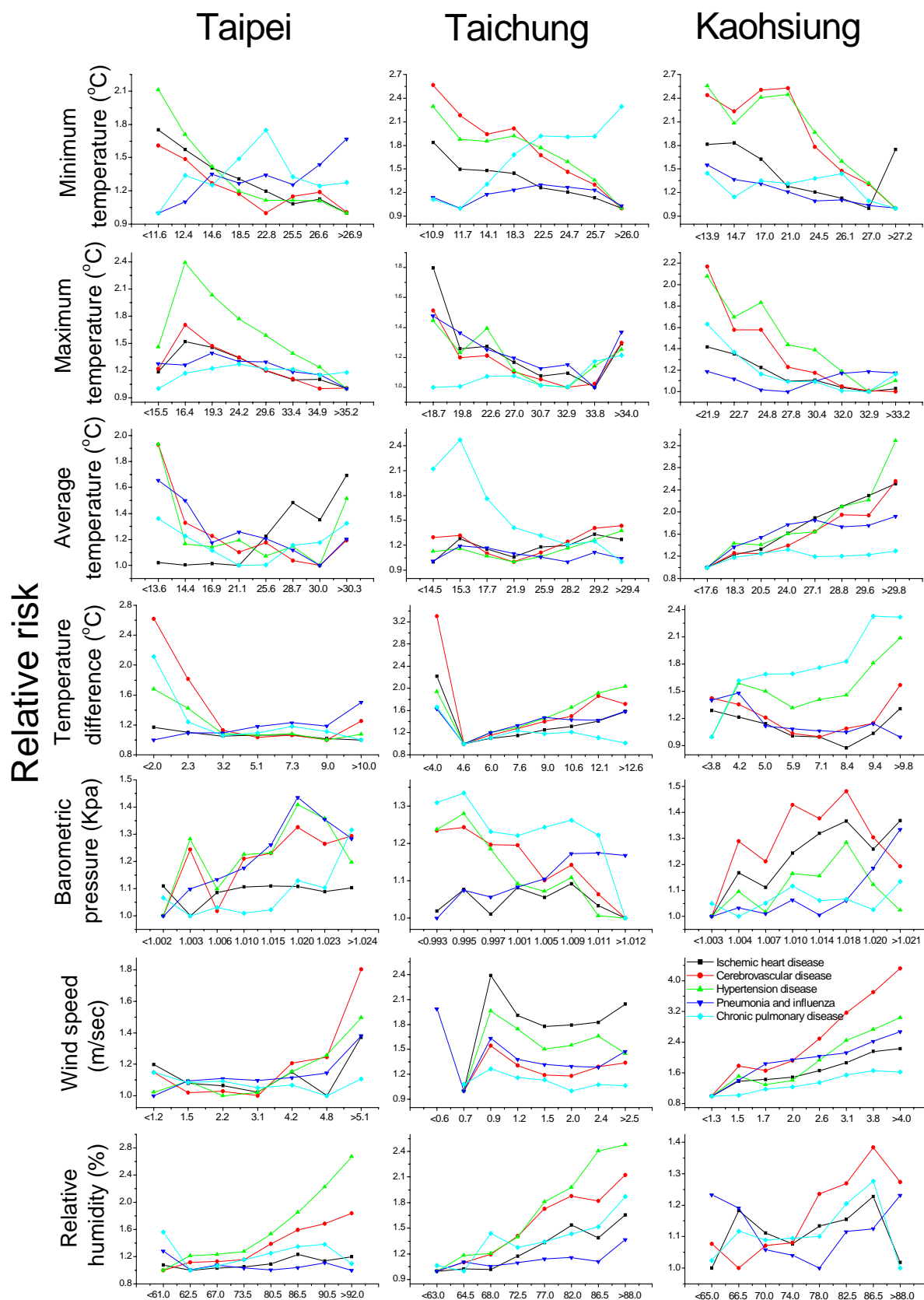
表：人口學因子對心血管及呼吸道疾病每月死亡之相對危險性 (Relative risk)

	缺血性心臟病	腦血管	高血壓	流行性感冒	慢性肺部疾病
年齡					
40-64 歲	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
65-74 歲	6.76 ⁺ (6.60-6.92)	6.16 ⁺ (6.29-6.24)	7.27 ⁺ (7.04-7.50)	3.24 ⁺ (3.01-3.49)	1.26 [#] (1.01-1.55)
75-84 歲	16.85 ⁺ (16.45-17.27)	14.73 ⁺ (14.53-14.94)	18.67 ⁺ (18.09-19.28)	4.08 ⁺ (3.80-4.37)	5.13 ⁺ (4.49-5.86)
>= 85 歲	44.22 ⁺ (42.83-45.65)	27.15 ⁺ (26.58-27.73)	47.74 ⁺ (45.75-49.82)	75.93 ⁺ (71.30-80.86)	75.03 ⁺ (63.6-88.5)
性別：男性					
	1.59 ⁺ (1.56-1.62)	1.26 ⁺ (1.24-1.27)	1.00 (0.98-1.02)	1.41 ⁺ (1.37-1.44)	1.75 ⁺ (1.71-1.80)
地區					
台中	1.03 (0.95-1.12)	1.19 ⁺ (1.17-1.22)	1.46 ⁺ (1.32-1.61)	1.49 ⁺ (1.36-1.62)	1.18 ⁺ (1.13-1.22)
高雄	1.13 ⁺ (1.09-1.17)	1.51 ⁺ (1.48-1.55)	2.16 ⁺ (2.07-2.26)	1.56 ⁺ (1.51-1.61)	1.29 ⁺ (1.26-1.33)
流感死亡率					
0 - 20 %	-	-	-	-	1.0
20-40 %	-	-	-	-	1.20 ⁺ (1.09-1.32)
40-60 %	-	-	-	-	1.26 ⁺ (1.14-1.38)
60-80 %	-	-	-	-	1.46 ⁺ (1.29-1.66)
80-100 %	-	-	-	-	1.72 ⁺ (1.51-1.96)

⁺: p<0.0001, * : 0.0001 < p < 0.001, # : 0.001 < p < 0.05



圖一：氣象因子變化對當月疾病別死亡人數之相對危險性



圖二：地區別週氣象因子變化對週死亡人數之相對危險性